



Vandkvalitet og vandrensning. Fremtidsperspektiver i en dansk og international sammenhæng.

Rygaard, Martin

Publication date:
2013

Document Version
Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link back to DTU Orbit](#)

Citation (APA):
Rygaard, M. (Author). (2013). Vandkvalitet og vandrensning. Fremtidsperspektiver i en dansk og international sammenhæng.. Sound/Visual production (digital), DTU Miljø.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

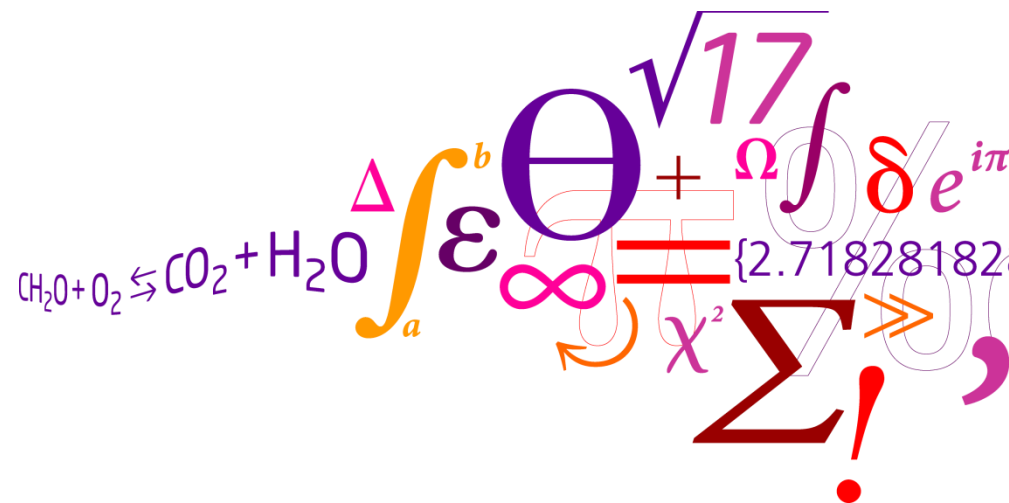
- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Vandkvalitet og vandrensning

Fremtidsperspektiver i en dansk og international sammenhæng

Martin Rygaard, mryg@env.dtu.dk



Indhold

- Drikkevandskvalitet
 - Hvad er godt vand?
 - Hvordan smager det?
 - Kan vi sige noget om hvordan det påvirker sundheden?
- Opgør med "Vandets historie"
 - Kan man drikke rensset spildevand?
 - De facto reuse

Hvad er godt vand?

"Based on a judgement of safety and on risk assessments of waterborne hazards. These Guidelines describe four distinct types of health-based targets, applicable to all types of hazards and water supplies:

- 1) **health** outcome targets (e.g. tolerable burdens of disease);*
 - 2) water quality targets (e.g. guideline values for **chemical hazards**);*
 - 3) performance targets (e.g. log reductions of specific **pathogens**);*
 - 4) specific **technology** targets (e.g. application of defined treatment processes).*
- These targets are common components of existing drinking-water guidelines or standards that are used to protect and improve drinking-water quality and, consequently, human health. They provide **benchmarks** for water suppliers and regulators to confirm **the adequacy of existing systems** or the need for improvement."* (WHO, 2011)

Guidelines for Drinking-water Quality

FOURTH EDITION



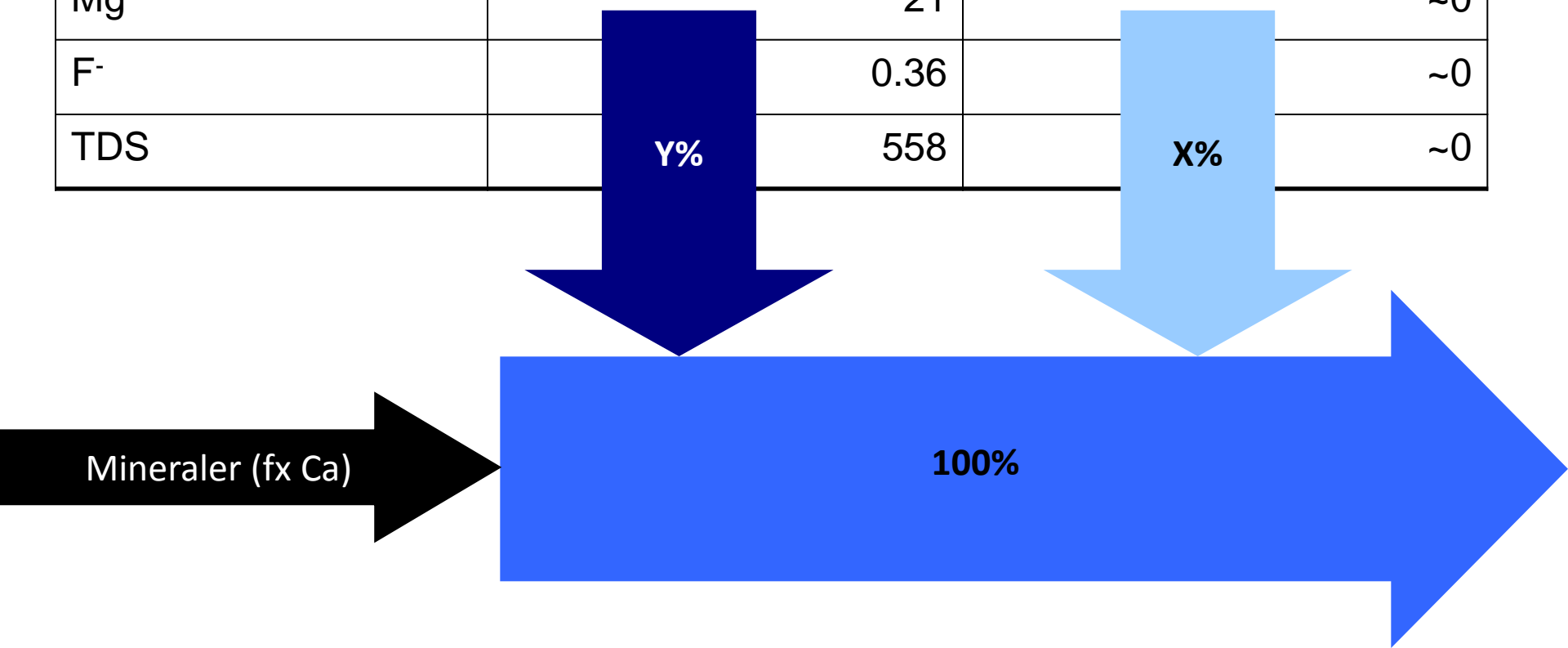
Kvalitetskriterier er også baseret på pragmatisme!

Parameter (mg/l)	Miljø- ministeriet Danmark (2007)	Australian Government (2004)	% DK utilities fulfilling Australian criteria
Mg	-	-	
Ca	<200	-	
Hardness (dH)	5-30	<11 dH	(25/17%)
F	<1,5	<1,5	
TDS	<1500	<500	(71/47%)

% in brackets is the share of utilities/volume of distributed water that fulfill the guidelines
Based on BESSY database for 65 utilities and 181 million m³ distributed in 2005

Muligheder for at producere en optimal vandkvalitet – ”skræddersy dit drikkevand”

Parameter (mg/l)	Typisk østdansk grundvand	Omvendt osmose filtreret vand
Hårdhed (som CaCO ₃)	373	~0
Ca ²⁺	115	~0
Mg ²⁺	21	~0
F ⁻	0.36	~0
TDS	558	~0



Ta' med hjem

Overvejelser om "optimal vandkvalitet" er relevant:

- Vandets kvalitet behøver ikke bare at være "tilstrækkelig" god
- "Den rette vandkvalitet til den rette brug" kan spare ressourcer og penge
- Vi "designer" allerede vandkvalitet – især i udlandet

Optimal vandkvalitet

Smag ved professionelt panel

Er positive overfor

- Hydrogenkarbonat HCO_3
- Sulfat SO_4
- Calcium Ca
- Magnesium Mg

Er overvejende positive overfor

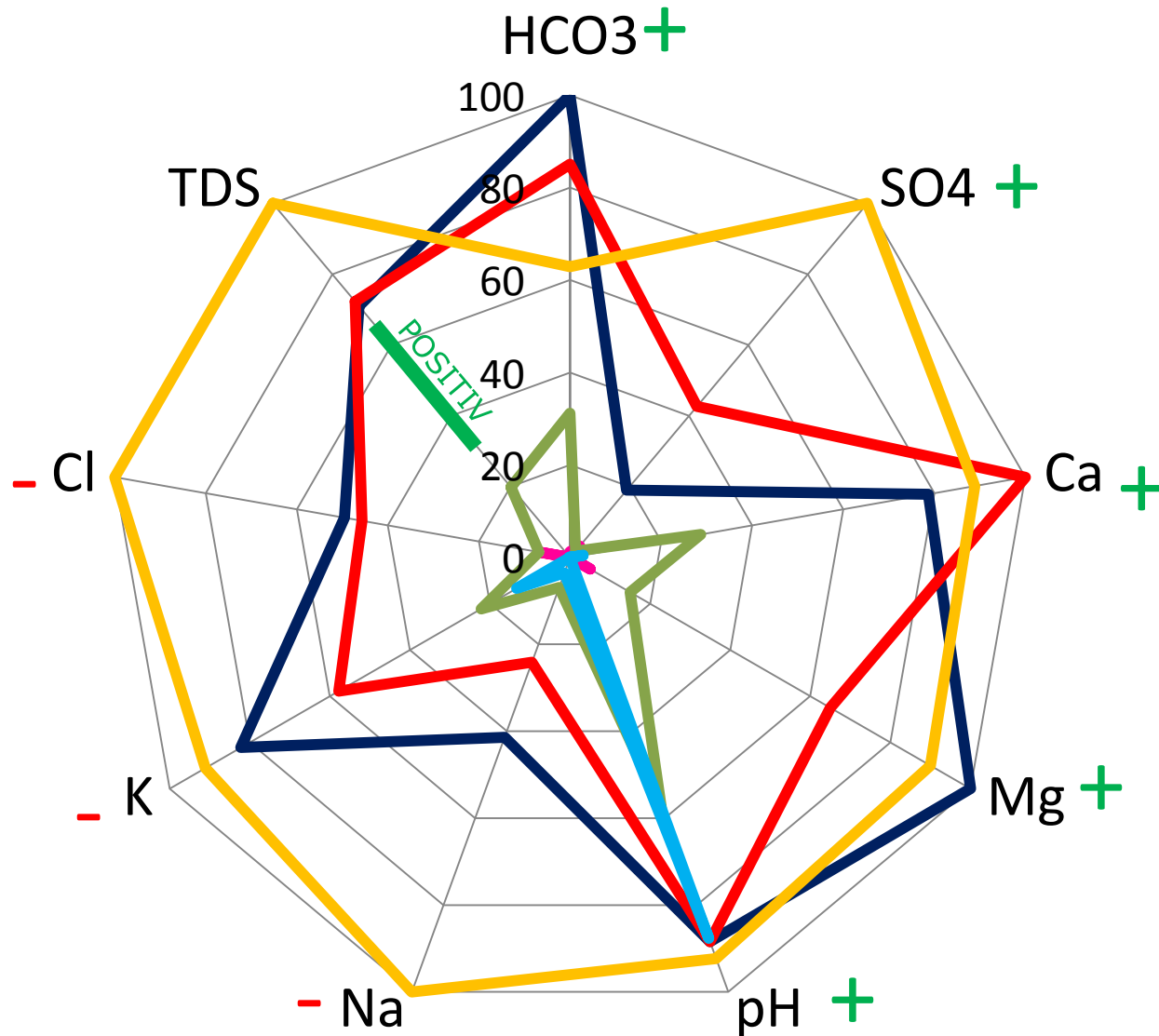
- 200-400 mg/L Total dissolved solids TDS

Er overvejende negative overfor

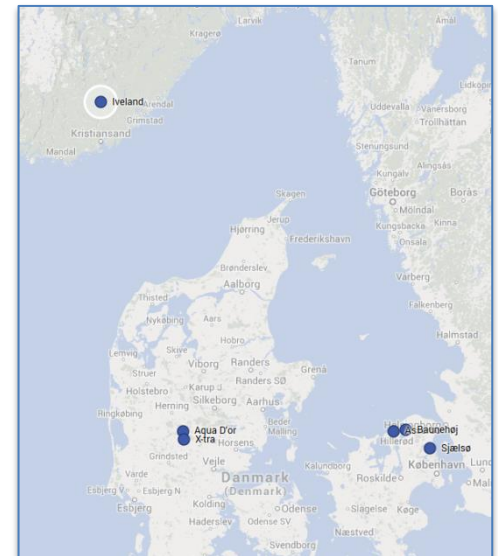
- Natrium Na
- Kalium K
- Klorid Cl
- >800 mg/L Total dissolved solids TDS

Normaliseret påvirkning af smagen

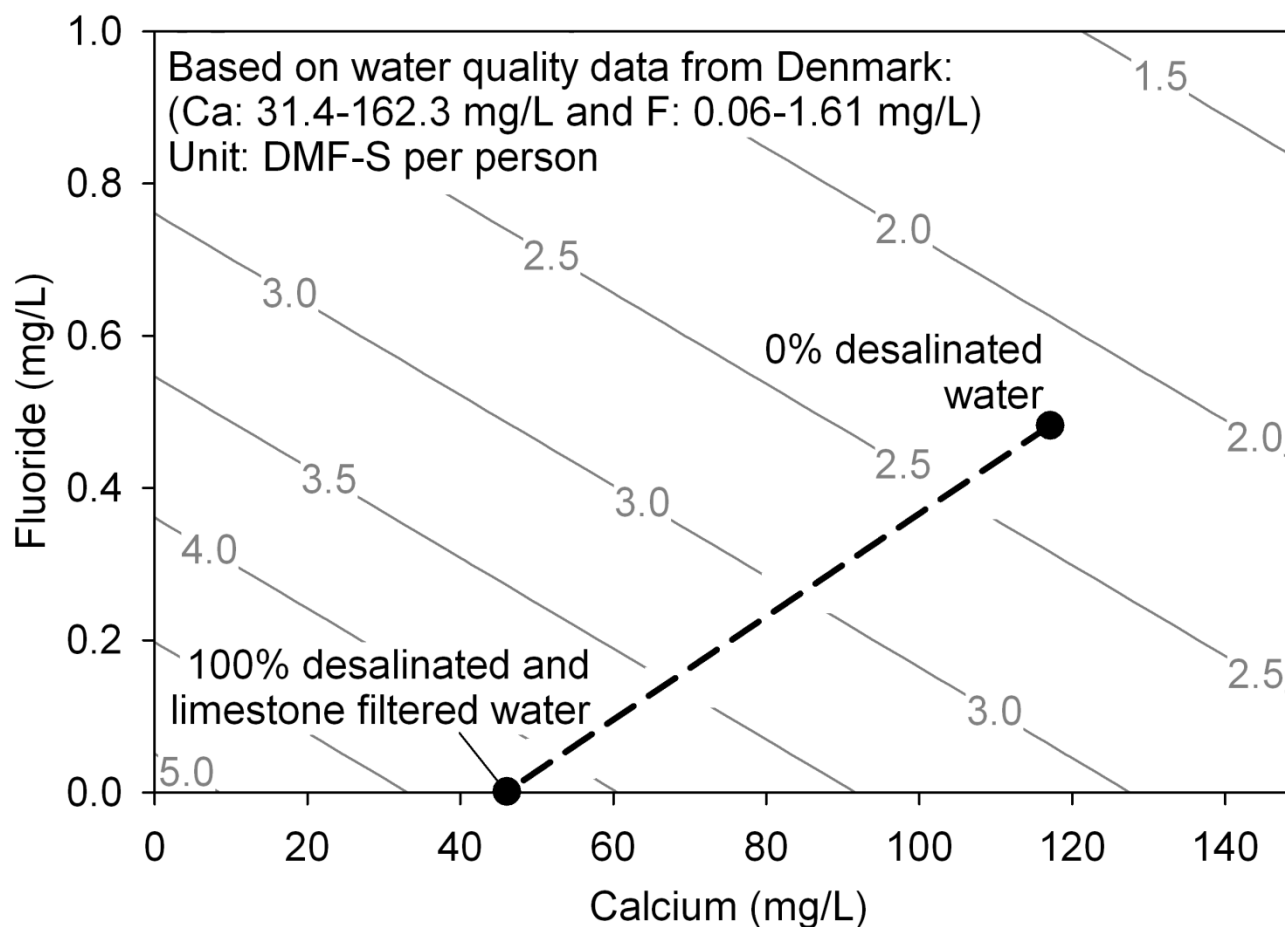
0 laveste målte værdi, 100 højest målte værdi i datasæt



- Voss
- Aqua D'or
- Sjælsø
- Baunehøj
- OCWD-FPW
- GW Anaheim, OC



Optimal vandkvalitet - sundhed

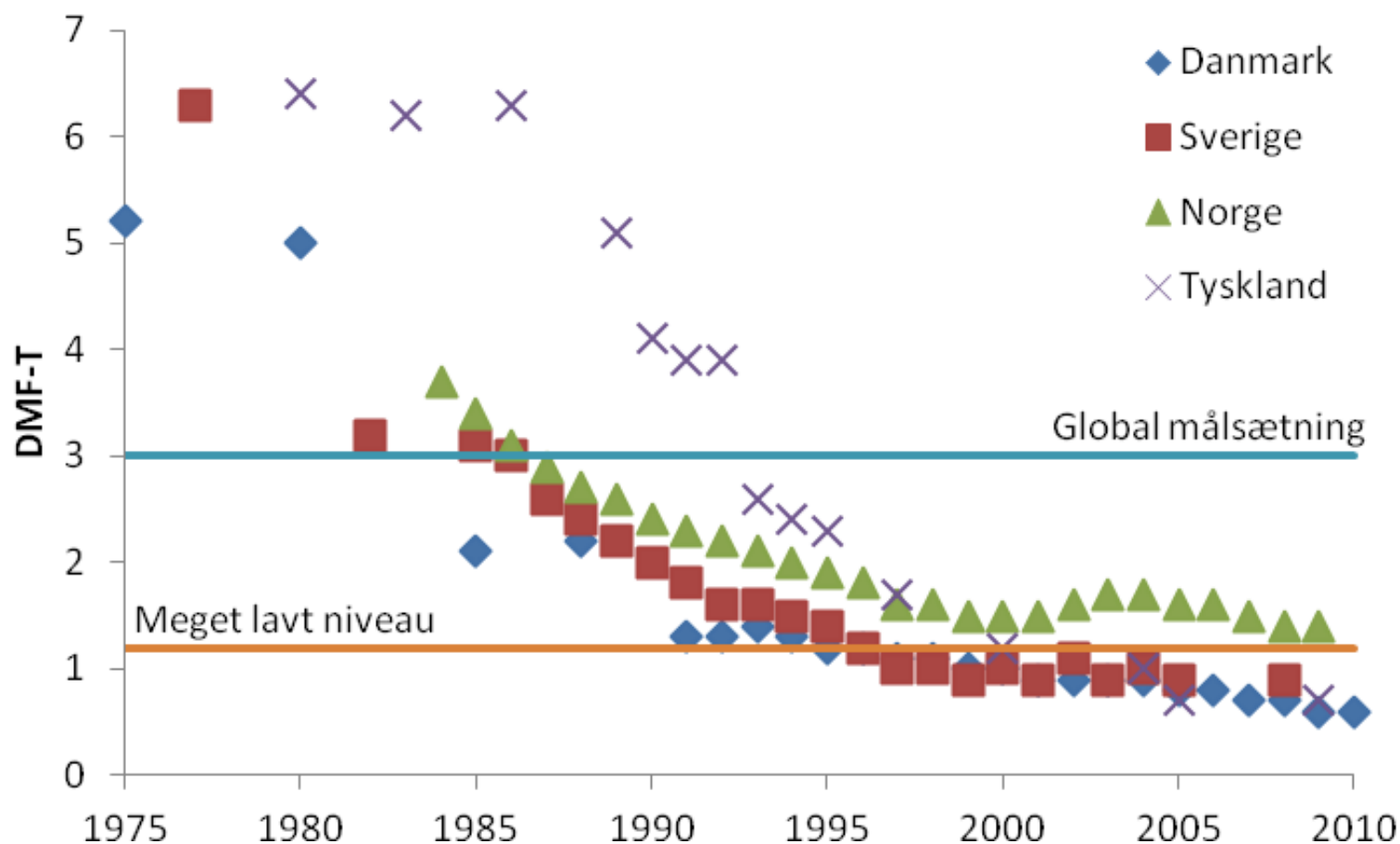


(Relationship from Bruvo et al 2010)

Decayed, Missing and Filled (DMF) Teeth

12-yr.o. uden caries (THL, 2010)

Danmark (2009)	69 %
Sverige (2008)	61 %
Færøerne (2009)	53 %
Norge (2008)	48 %
Finland (2003)	42 %
Island (2005)	34 %



Ta'-med-hjem

- Der sker en løbende udvikling i forståelsen af "optimal vandkvalitet"
- Effekterne af selv velkendte sammenhænge er svære at forudbestemme

Opgør med vandets historie

Kan man drikke rensset spildevand?



IWA 9th Water Reuse Conference
Windhoek, Namibia



Gammans WWTP



Gammans effluent



Goreangab Reclamation facility

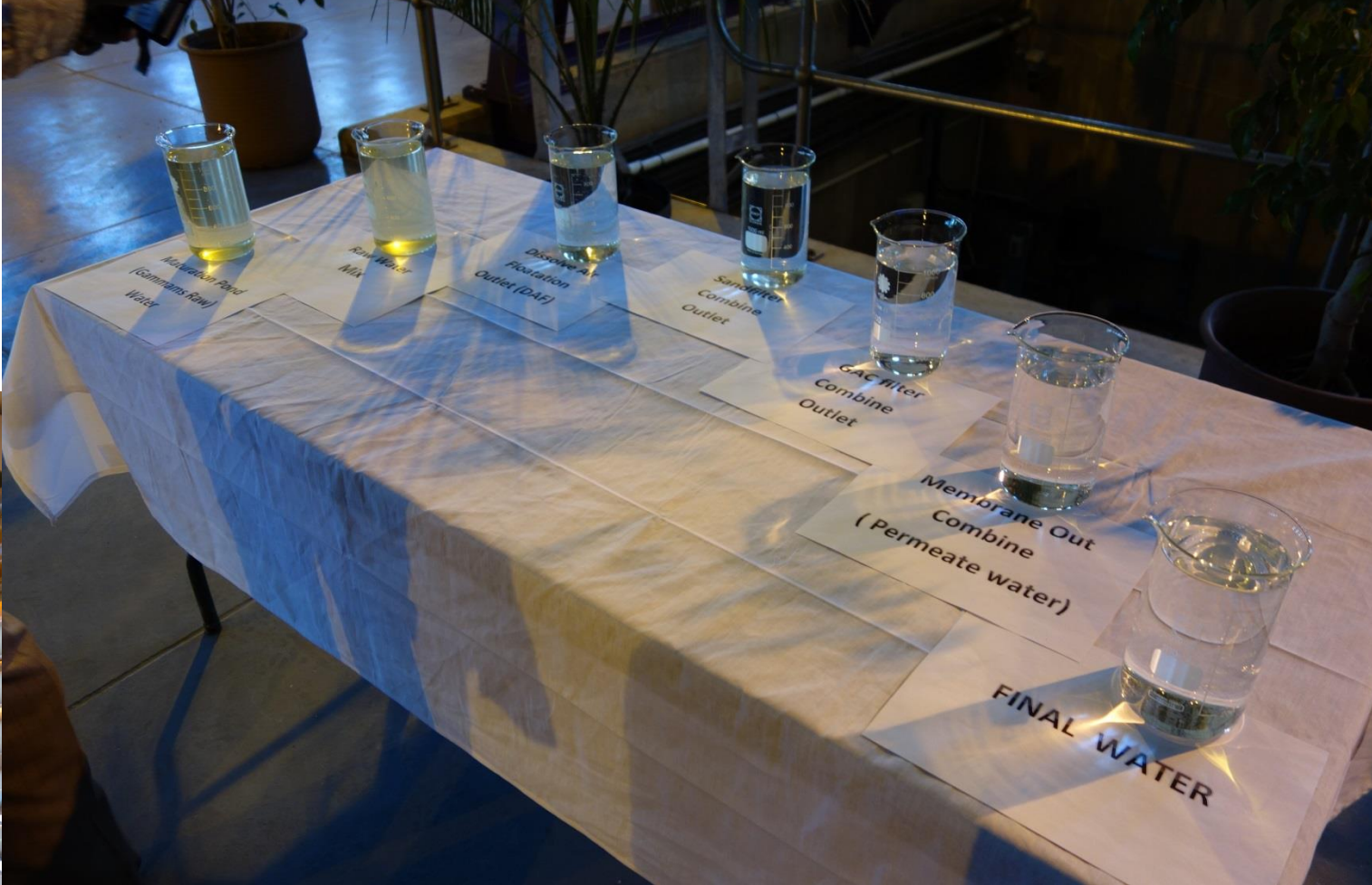


Offentlig accept

Nogle fællesnævner fra 300 studier af recirkulering af spildevand:

- Altid en masse skepsis i starten
- Kendskab til systemerne er væsentligt for accept
- Sprogbrug påvirker kraftigt opfattelsen: Overvej brugen af ord som ”spildevand, ferskvand, naturligt grundvand og recirkuleret spildevand”



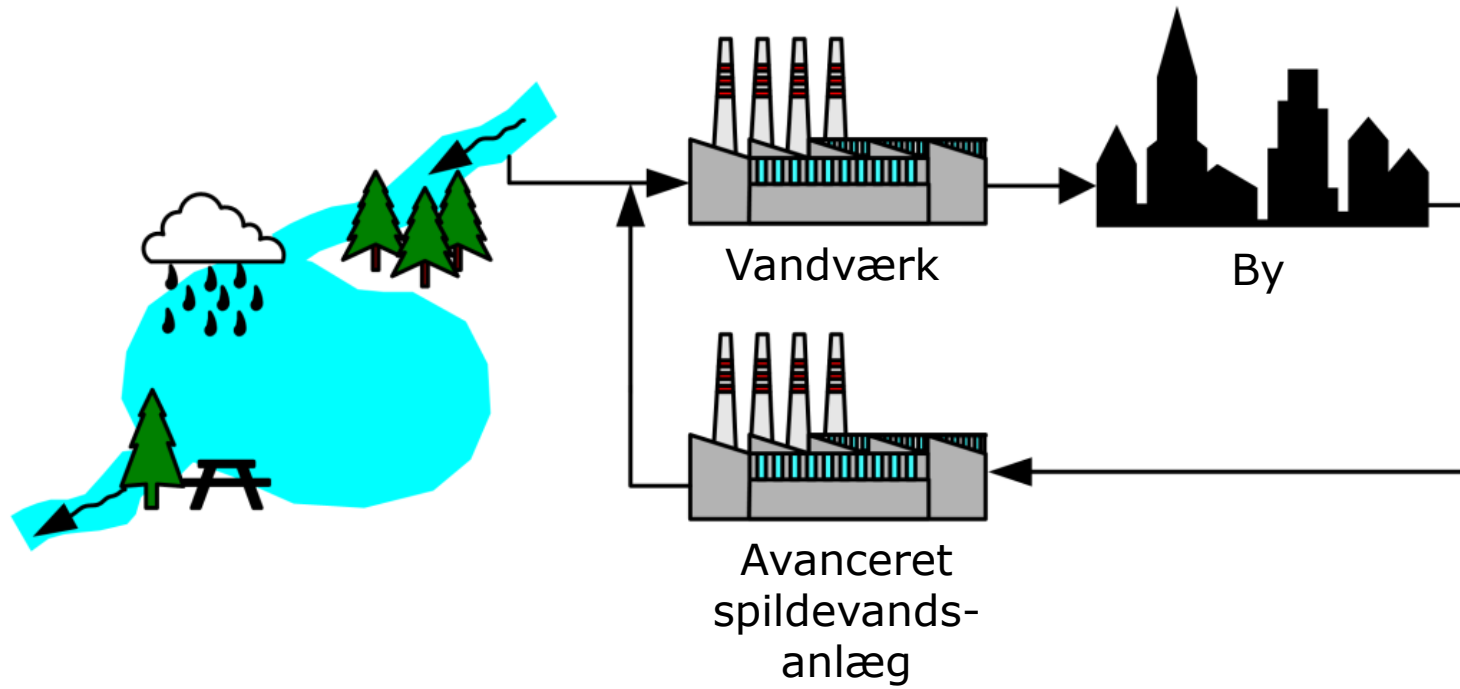


Risici og vandkvalitet

- At overholde kvalitetskriterier er ingen udfordring. Udfordringen ligger i de “ukendte ukendte” (Shane Snyder)
- Der findes mange eksempler hvor direkte recirkulering af spildevand leverer bedre vandkvalitet en “naturlige” drikkevandsressourcer, eller ikke-planlagt (de facto) recirkulering (Shane Snyder and others)
- Desinfektionsbiprodukter DBPs er (i USA) den absolut største kilde til uønskede forureninger af drikkevand. Og de er ikke engang begyndt at kigge på Ozonering og UV. (Shane Snyder)



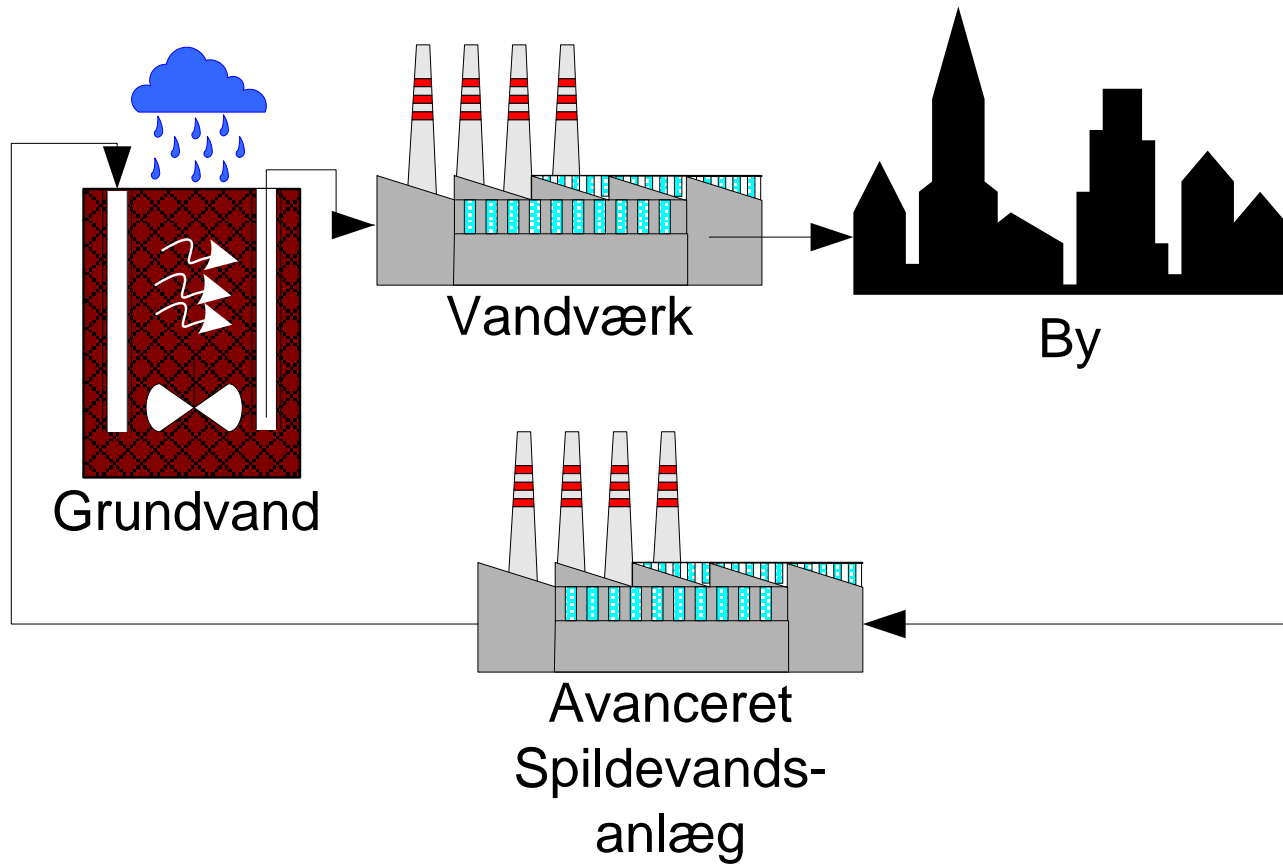
Direkte recirkulering





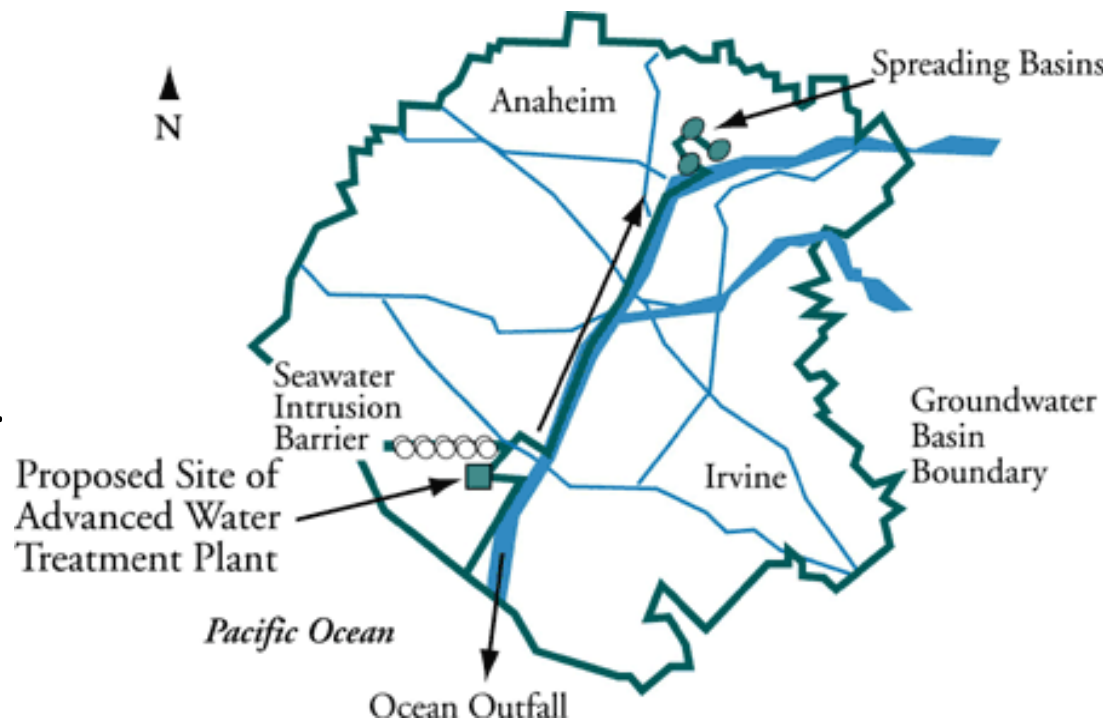
Recirkulering til drikkevand

Indirekte recirkulering

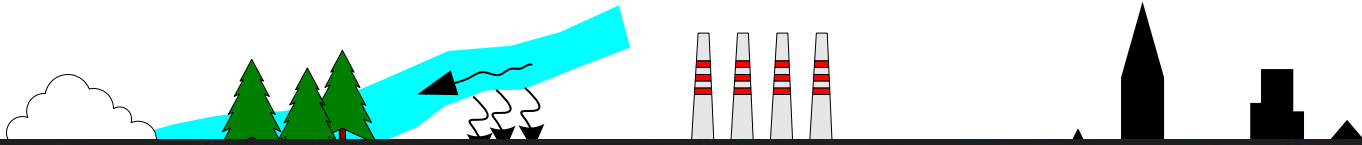


Recirkulering Orange County, USA

- 2,3 mio. indb. 900 km²
- Recirkulering siden 1975 (21 mio. m³/år)
- Fra 2007: 97 mio. m³/år
- Infiltreres/injiceres til akvifer hvorfra der oppumpes 333 mio. m³/år
- Vandbank
- Ca. 2,5 kr./m³ recirkuleret vand



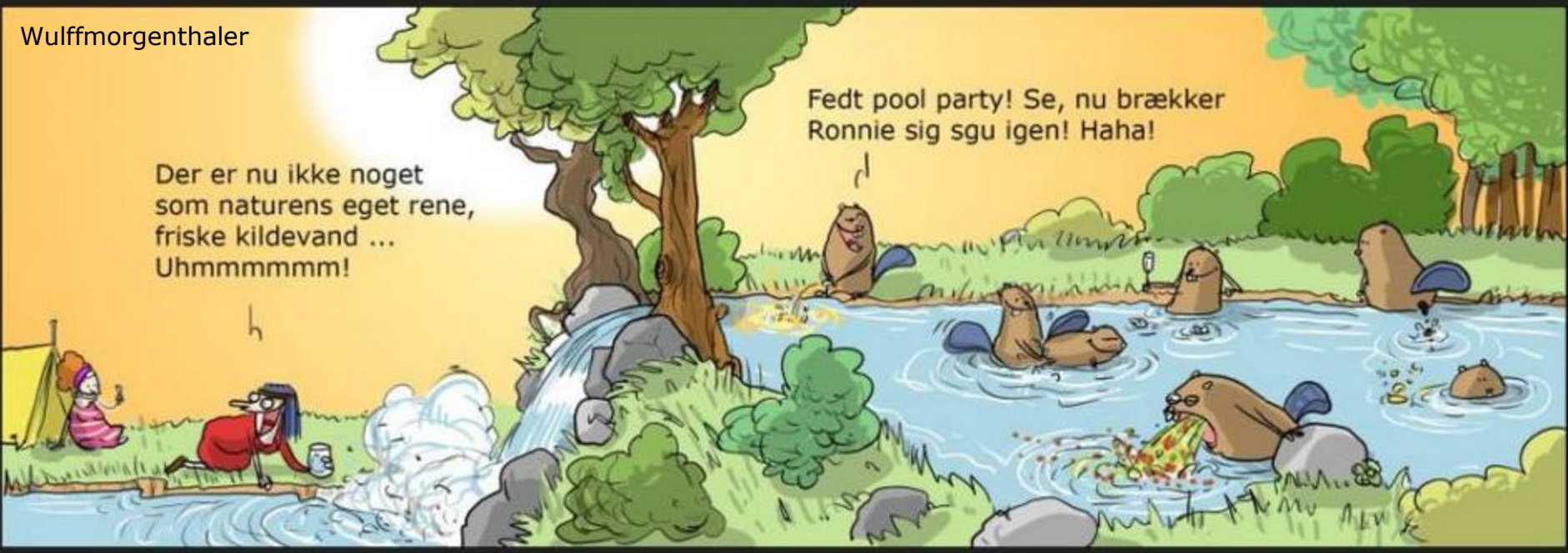
Ikke planlagt indirekte recirkulering, pga. opstrøms spildevandsudledning



Wulffmorgenthaler

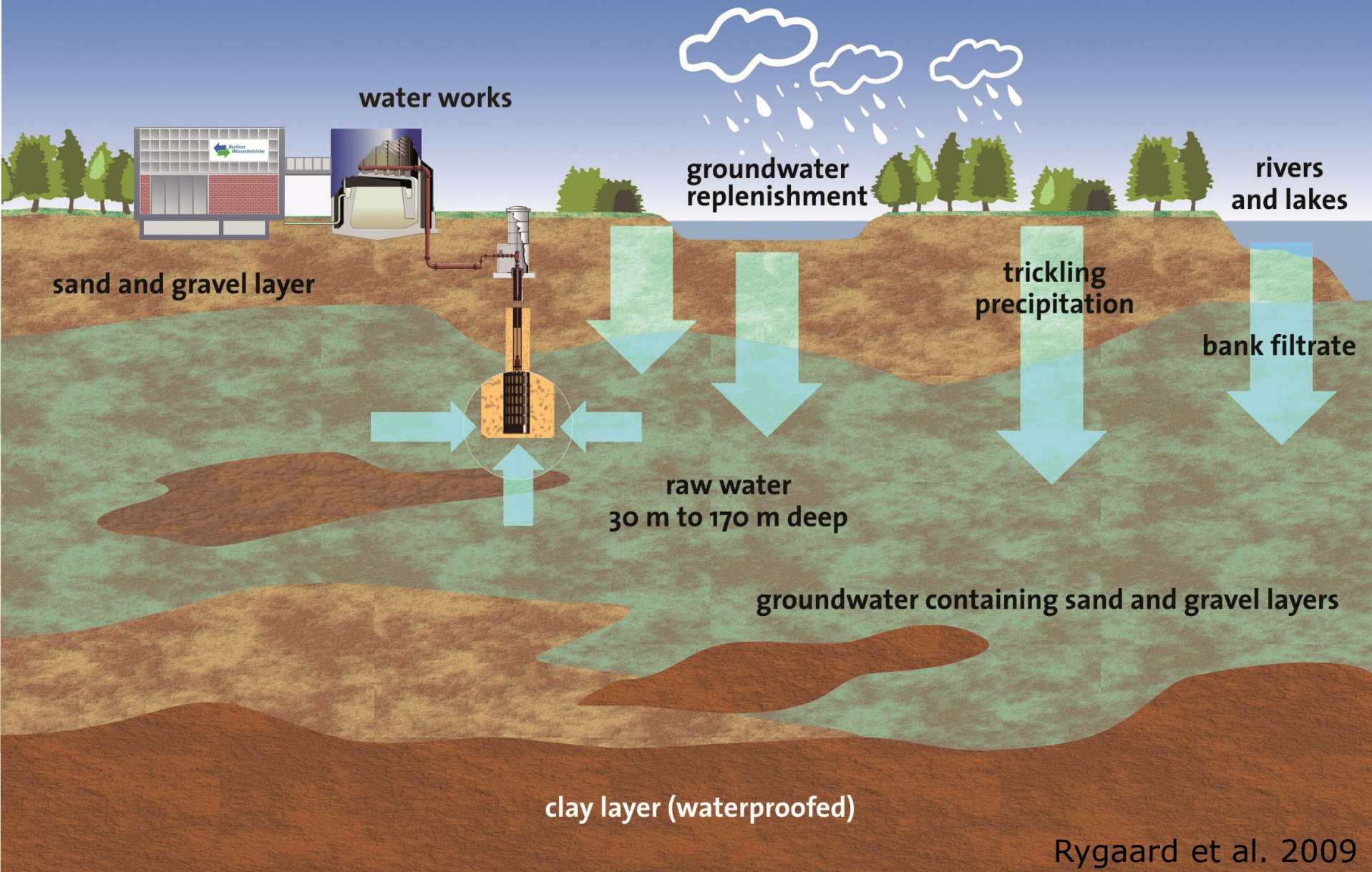
Der er nu ikke noget
som naturens eget rene,
friske kildevand ...
Uhmnnnnnn!

Fedt pool party! Se, nu brækker
Ronnie sig sgu igen! Haha!



In English: "de facto recirculation" or "unplanned recirculation"

Kunstig infiltration, Berlin



De facto reuser ved grundvandsindvinding i bynære områder?

"Even when cased through an aquitard into a confined aquifer, wells sited in urban environments are more vulnerable to virus contamination than often believed." (Bradbury et al. 2013)

dx.doi.org/10.1021/es400509b | Environ. Sci. Technol. 2013, 47, 4096–4103

Sample round		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
median sample date		14-Sep-07	24-Oct-07	26-Nov-07	19-Dec-07	24-Jan-08	26-Feb-08	24-Mar-08	28-Apr-08	27-May-08	7-Jul-08	28-Jul-08	25-Aug-08	17-Sep-08	29-Sep-08	13-Oct-08	27-Oct-08	10-Nov-08	2-Dec-08	16-Dec-08	7-Jan-09	23-Jan-09	3-Feb-09	16-Feb-09	11-Mar-09	31-Mar-09	27-Apr-09	
viruses in sewage	Adeno41											not sampled																
	Adeno31																											
	Adeno2																											
	Echo3																											
	Echo30																											
	Adeno7																											
	Echo11																											
	CoxA16																											
	CoxB3																											
	CoxB4																											
viruses in groundwater	Adeno41																											
	Adeno31																											
	Adeno2																											
	Echo3																											
	Echo30																											
	Adeno7																											
	Echo11																											
	CoxA16																											
	CoxB3																											
	CoxB4																											

Ta' med hjem

- Drikkevand fra spildevand er ikke en teknologisk udfordring
- Der er tale om drikkevandskvalitet, der uden problemer overholder WHO/EU/USEPA standarder
- Helhedsorienterede analyser er en mangelvare. Fokus er på vandressourcer, sundhedsrisici, økonomi, drivhuseffekt (ikke-tilfældig rækkefølge)
- At skelne mellem “recirkuleret vand” og “naturligt vand” er vildledende – der er brug for en ny terminologi på området

Det er et internationalt paradigmeskifte
Også et dansk paradigmeskifte?

